

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-107169

(43)Date of publication of application : 17.04.2001

(51)Int.Cl.

C22C 21/12
C22F 1/057
// C22F 1/00

(21)Application number : 11-278388

(22)Date of filing : 30.09.1999

(71)Applicant : SHOWA ALUM CORP

(72)Inventor : MATSUOKA HIDEAKI
YAMANAKA MASAKI
SAKAGUCHI MASASHI

(54) FREE-CUTTING ALUMINUM ALLOY AND METHOD FOR PRODUCING ALLOY MATERIAL THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a free-cutting aluminum alloy having excellent machinability without the addition of lead and to provide a method for producing the alloy material thereof.

SOLUTION: This free-cutting aluminum alloy contains, as essential components, by weight, 5.1 to 6.0% Cu, 0.1 to 1.0% Zn and 0.5 to 1.5% Sn, and the balance Al with impurities. Moreover, in addition to the above essential components, at least one kind among Si, In and Bi is added, or at least one kind of Mg and Mn is added, or both are added. Furthermore, the free-cutting aluminum alloy material is produced by subjecting a billet composed of the above free-cutting aluminum alloy to homogenous treatment at 200 to 545° C, extruding this billet at an extrusion temperature of 300 to 500° C at an extrusion product rate of ≥ 5 m/min, moreover drawing the same at a reduction of $\geq 5\%$, thereafter executing solution treatment at 300 to 545° C, furthermore subjecting the same to natural aging treatment for ≥ 1 hr and, if required, executing artificial aging treatment at 100 to 250° C for 1 to 30 hr.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト(参考)
C 22 C 21/12		C 22 C 21/12	
C 22 F 1/057		C 22 F 1/057	
// C 22 F 1/00	6 1 2	1/00	6 1 2
	6 3 0		6 3 0 J
	6 9 1		6 9 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平11-278388	(71)出願人	000186843 昭和アルミニウム株式会社 大阪府堺市海山町6丁224番地
(22)出願日	平成11年9月30日(1999.9.30)	(72)発明者	松岡 秀明 堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内
		(72)発明者	山中 雅樹 堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内
		(72)発明者	坂口 雅司 堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内
		(74)代理人	100071168 弁理士 清水 久義 (外2名)

(54)【発明の名称】 快削性アルミニウム合金およびその合金材の製造方法

(57)【要約】

【課題】 鉛を添加することなく優れた切削性を有する快削性アルミニウム合金およびその合金材の製造方法の提供する。

【解決手段】 快削性アルミニウム合金は、必須成分としてCu: 5.1~6.0wt%, Zn: 0.1~1.0wt%およびSn: 0.5~1.5wt%を含み、残部がAlおよび不純物からなる。また、前記必須成分に加えて、Si、In、Biのうちから少なくとも1種、またはMg、Mnのうちから少なくとも1種が添加され、あるいは両者が添加される。また、快削性アルミニウム合金材は、前記快削性アルミニウム合金からなるビレットを、200~545℃で均質化処理を行い、このビレットを押出温度: 300~500℃、押出製品速度: 5m/min以上で押出し、さらにリダクション5%以上で引抜いた後に、300~545℃で溶体化処理し、さらに1時間以上自然時効処理を行い、要すればさらに100~250℃で1~30時間の人工時効処理することにより製造される。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする快削性アルミニウム合金。

【請求項2】 Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにSi : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 01~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする快削性アルミニウム合金。

【請求項3】 Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにMg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする快削性アルミニウム合金。

【請求項4】 Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにSi : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 01~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種、およびMg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする快削性アルミニウム合金。

【請求項5】 請求項1~4のいずれかの快削性アルミニウム合金からなるビレットを200~545°Cで1時間以上保持して均質化処理を行い、このビレットを押出温度: 300~500°C、押出製品速度: 5m/min以上で押出し、さらにリダクション5%以上で引抜いた後に、300~545°Cで1時間以上保持して溶体化処理し、さらに室温で1時間以上保持して自然時効処理を行い、要すればさらに100~250°Cで1~30時間保持して人工時効処理することを特徴とする快削性アルミニウム合金材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、切削性に優れた快削性アルミニウム合金およびその合金材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 アルミニウム合金の切削性を改善するために、従来は鉛、あるいはさらにビスマス等の低融点元素が添加されていた。これらの低融点添加元素はマトリックス中に分散して存在しており、切削時の加工熱によって溶融してその部分を起点として亀裂が発生し、そして連結する。そして、この亀裂発生と連結とを繰り返すことによって切り屑が細くなるというものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、鉛をは

10

20

30

40

じめとする有害重金属を合金の主要添加元素として活用することは、環境保護面から問題があり、将来この傾向はさらに強くなると予想される。このため、鉛を添加することなく切削性に優れたアルミニウム合金が希求されている。

【0004】 この発明は、上述の技術背景に鑑み、鉛を添加することなく優れた切削性を有する快削性アルミニウム合金およびその合金材の製造方法の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するためには、この発明の快削性アルミニウム合金は、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにSi : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 001~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにMg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにSi : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 001~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにMg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにSi : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 001~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにMg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。また、Cu : 5. 1~6. 0wt%、Zn : 0. 1~1. 0wt%およびSn : 0. 5~1. 5wt%を含み、さらにSi : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 001~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含み、残部がA1および不純物からなることを特徴とする。

【0006】 そして、この発明の快削性アルミニウム合金材の製造方法は、上述のいずれかの快削性アルミニウム合金からなるビレットを200~545°Cで1時間以上保持して均質化処理を行い、このビレットを押出温度: 300~500°C、押出製品速度: 5m/min以上で押出し、さらにリダクション5%以上で引抜いた後に、300~545°Cで1時間以上保持して溶体化処理し、さらに室温で1時間以上保持して自然時効処理を行い、要すればさらに100~250°Cで1~30時間保持して人工時効処理することを特徴とする。

【0007】 この発明の快削性アルミニウム合金の組成において、元素の添加意義および含有量の限定理由は次のとおりである。

【0008】 請求項1~4の全ての快削性アルミニウム合金において、共通の必須成分としてCu、ZnおよびSnの3元素が添加される。Cuは、合金の強度を発現させるために添加される元素であり、5. 1wt%未満で

50

は前記効果が少なく、6.0wt%を超えると効果が飽和するため、5.1~6.0wt%の範囲とする。Cu含有量の好ましい下限値は5.3wt%、好ましい上限値は5.7wt%である。Znもまた強度発現を目的として添加される元素であり、0.1wt%未満では前記効果が少なく、1.0wt%を超えると効果が飽和するため、0.1~1.0wt%の範囲とする。Zn含有量の好ましい下限値は0.2wt%、好ましい上限値は0.5wt%である。Snは低融点金属であり、切削性の向上に寄与する元素である。切削性の良否を示す指標の一つに切り屑の細かさがある。Snは、単体あるいは他の添加元素との化合物としてアルミニウムマトリックス中あるいは結晶粒界に微細に分散して存在し、切削時の加工熱により溶融したこれら低融点元素で亀裂が発生し、連結する。そして、亀裂発生と連結とを繰り返すことによって非常に細かな切り屑が得られる。このようなSnは、含有量が0.5wt%未満では前記効果がなく、1.5wt%を超えると押出特性および耐食性の低下を招くため、0.5~1.5wt%とする。従って、Sn含有量の好ましい下限値は0.6wt%、好ましい上限値は1.0wt%である。

【0009】請求項2および4の快削性アルミニウム合金において添加されるSi、In、Biはいずれも切削性向上に寄与する元素である。切削性を向上させるメカニズムは、高融点のSiについては、アルミニウムマトリックス中の固溶限は少なく単相あるいは他の元素との間で金属間化合物を形成しており、切削時には、SiとAl界面で生じる応力集中によって界面亀裂が発生・連結し、切屑分断性を向上させるというものである。また、低融点のInおよびBiは上述のSnと同じく加工熱による溶融で亀裂と連結とを反復させるというものである。これらの元素は、Si 0.05wt%未満、In 0.001wt%未満、Bi 0.001wt%未満では効果が乏しく、Siが1.0wt%を超えるとその効果が飽和する。また、Si含有量の好ましい下限値は0.5wt%、好ましい上限値は0.8wt%である。In含有量の好ましい下限値は0.05wt%、好ましい上限値は0.15wt%である。Bi含有量の好ましい下限値は0.05wt%、好ましい上限値は0.15wt%である。これらの元素は、1種以上を添加してSnとの併用により相乗的に切削性が向上させることができる。

【0010】請求項3および4の快削性アルミニウム合金において添加されるMgおよびMnは、いずれもアルミニウムマトリックスに固溶されて強度向上に寄与する元素である。これらの元素は、Mg 0.05wt%未満、Mn 0.05wt%未満では効果が乏しく、それぞれ1.0wt%を超えるとその効果が飽和する。また、Mg含有量の好ましい下限値は0.2wt%、好ましい上限値は0.8wt%である。Mn含有量の好ましい下限値は0.2wt%、好ましい上限値は0.8wt%である。また、こ

れらの元素は、1種以上を添加しCuおよびZnとの併用により相乗的に強度を向上させることができる。

【0011】また、前記組成の各快削性アルミニウム合金に対し、押出条件および引抜条件を規定し、さらに押出前の均質化処理、引抜後の溶体化処理および時効処理の熱処理条件を規定することにより、添加元素粒子あるいは化合物粒子の分散状態を微細にして、その優れた切削性および強度を確実なものとした快削性アルミニウム合金材を製造することができる。

【0012】即ち、押出温度は、300~500°Cとする。300°C未満ではアルミニウムマトリックスの結晶粒径が大きく、粒界に分散する添加元素粒子あるいは化合物粒子が粗大化するおそれがあり、500°Cを超えるとむしれ等の押出材表面欠陥や添加元素粒子を起点とする割れが発生するおそれがある。押出温度の好ましい下限値は350°Cであり、好ましい上限値は450°Cである。また、押出製品速度は、速度が速いほどアルミニウムマトリックスの結晶粒径が細かくなるため、添加元素粒子を微細かつ高密度に分散させるために5m/min以上とする。押出の製品速度の好ましい下限値は8m/minであり、好ましい上限値は25m/minである。

【0013】また、前記条件によって押出した押出材は、さらに5%以上のリダクションで引抜くことにより、さらに粒子の微細分散による切削性向上と加工硬化による強度向上とを確実なものとすることができます。好ましい引抜のリダクションは10%以上である。

【0014】また、押出前の均質化処理は200~545°Cで行う必要がある。200°C未満では粒子を微細に分散させる効果に乏しく、545°Cを超えると添加元素粒子、化合物粒子とアルミニウムマトリックスの共晶あるいは包晶反応によってボイドが発生するおそれがある。均質化処理温度の好ましい下限値は400°Cであり、好ましい上限値は、500°Cである。また、前記効果を確実に得るために、前記温度で1時間以上保持することが必要であり、5時間以上が好ましい。なお、この発明は均質化処理時間の上限値を定めるものではないが、12時間程度保持すれば前記効果が飽和してそれ以上の長時間処理は意味がない。

【0015】押出後の溶体化処理は、300~545°Cで行うことにより添加元素を微細に分散させる効果がある。300°C未満では微細に分散させる効果に乏しく、545°Cを超えると添加元素粒子、化合物粒子とアルミニウムマトリックスの共晶あるいは包晶反応によってボイドが発生するおそれがある。溶体化処理温度の好ましい下限値は400°Cであり、好ましい上限値は、500°Cである。また、前記効果を確実に得るために、前記温度で1時間以上保持することが必要であり、3時間以上が好ましい。なお、この発明は溶体化処理時間の上限値を定めるものではないが、5時間程度保持すれば前記効果を定めるものではないが、5時間程度保持すれば前記効

果が飽和してそれ以上の長時間処理は意味がない。

【0016】時効処理は、時効硬化による強度向上を図るものであって、室温で1時間以上保持して自然時効処理を行い、要すればさらに100~250℃で1~30時間保持して人工時効処理することが好ましい。自然時効処理は、確実に時効硬化させるために1時間以上は必要であり、特に6時間以上が好ましい。さらに、自然時効処理後に人工時効処理を行うことによりさらに強度向上を図ることができる。人工時効処理条件は、確実に時効硬化させるために100~250℃で1~30時間保持することが好ましい。人工時効処理温度の特に好ましい下限値は、120℃、特に好ましい上限値は200℃である。また、処理時間の特に好ましい下限値は4時間、特に好ましい上限値は15時間である。

【0017】

【実施例】次に、この発明の具体的実施例について詳述する。

【0018】【実施例1：合金組成】表1に示す各組成の合金ピレットに対し、500℃で10時間の均質化処理を施した後、450℃で押出製品速度5m/minで*20

*直径25mmの丸棒に押出し、さらにリダクション10%で引き抜いた。そしてこれらの引抜棒に対して、500℃×3時間で溶体化処理した後、大気中、室温で24時間自然時効させた後、150℃×8時間保持して人工時効処理したものを試験材とした。

【0019】作製した各試験材について、切削性および強度について次の方法により評価した。これらの評価結果を表1に併せて示す。

【0020】(切削性)超硬バイトにより、切削速度120m/min、バイト送り速度0.05mm/re v.、切り込み量0.5mmの条件で切削し、切り屑の細かさにより切削性を相対的に評価した。

【0021】(強度)JIS 10号試験片により引張試験を行い、相対的に評価した。

【0022】これらの相対評価は、従来合金の切削性および強度を基準として、従来合金と同等の場合を○、優れているものを◎、劣るものを△、特に劣るものを×で示す。

【0023】

【表1】

	化 学 成 分 (wt%)										切削性	強度
	Al	Cu	Zn	Sn	Si	In	Bi	Mg	Mn			
発明1	Bal.	5.4	0.8	0.8	—	—	—	—	—	○	○	
発明2	Bal.	5.7	0.5	1.2	—	—	—	—	—	○	○	
発明3	Bal.	5.5	0.5	1.0	0.5	—	—	—	—	◎	○	
発明4	Bal.	5.5	0.5	1.0	—	0.1	—	—	—	◎	○	
発明5	Bal.	5.5	0.5	1.0	—	—	0.1	—	—	◎	○	
発明6	Bal.	5.5	0.5	1.0	—	—	—	0.5	—	○	◎	
発明7	Bal.	5.5	0.5	1.0	—	—	—	—	0.5	○	◎	
発明8	Bal.	5.5	0.5	1.0	0.5	0.1	—	0.5	—	◎	◎	
発明9	Bal.	5.5	0.5	1.0	0.5	—	0.15	—	0.5	◎	◎	
比較1	Bal.	4.5	0.5	1.0	—	—	—	—	—	○	△	
比較2	Bal.	5.5	1.2	1.0	—	—	—	—	—	△	○	
比較3	Bal.	5.5	0.5	0.4	—	—	—	—	—	△	○	
従来例	Bal.	Pb: 0.6wt%, Bi: 0.6wt%							○	○		

表中、下線を付したものは本発明の範囲外であることを示す。

【0024】【実施例2：加工条件】表1のNo. 8の組成の合金を用い、表2に示す押出条件および引抜条件で実施例1と同寸法の試験材を作製した。なお、押出前の均質化処理、および押出または引抜後の溶体化処理および時効処理は実施例1と同一条件とした。

【0025】作製した各試験材について、切削性および強度について実施例1と同じ方法で評価した。これらの評価結果を表2に併せて示す。

【0026】

【表2】

	加工条件			切削性	強度
	押出温度 (°C)	押出製品速度 (m/min)	引抜リダクション (%)		
発明11	350	7	6	○	○
発明12	400	10	10	○	○
発明13	450	12	10	○	○
発明14	400	20	7	○	○
発明15	400	10	12	○	○
発明16	400	10	20	○	○
発明17	450	5	15	○	○
発明18	450	10	15	○	○
発明19	450	10	20	○	○
比較11	505	10	12	○	△
比較12	400	4	12	△	○
比較13	400	4	4	△	△

表中、下線を付したものは本発明の範囲外であることを示す。

【0027】 [実施例3: 热処理条件] 表1のNo. 8の組成の合金を用い、押出前と引抜後の均質化処理条件を表3のように種々変えて、押出を経て引抜材を製作した。なお、押出条件および引抜条件は、実施例1と同一とした。

* 【0028】 作製した各試験材について、切削性および強度について実施例1と同じ方法で評価した。これらの評価結果を表3に併せて示す。

【0029】

* [表3]

	熱処理条件				切削性	強度
	均質化処理	溶体化処理	自然時効処理	人工時効処理		
発明21	300°C×10時間	400°C×4時間	10時間	150°C×10時間	○	○
発明22	450°C×10時間	400°C×4時間	10時間	150°C×10時間	○	○
発明23	500°C×10時間	450°C×3時間	5時間	200°C×6時間	○	○
発明24	500°C×10時間	450°C×3時間	30時間	180°C×10時間	○	○
発明25	500°C×10時間	500°C×3時間	10時間	200°C×10時間	○	○
発明26	500°C×5時間	500°C×3時間	10時間	150°C×10時間	○	○
発明27	450°C×5時間	400°C×3時間	10時間	200°C×6時間	○	○
発明28	300°C×10時間	500°C×3時間	10時間	110°C×10時間	○	○
発明29	500°C×5時間	450°C×3時間	30時間	150°C×10時間	○	○
比較21	180°C×4時間	450°C×2時間	10時間	200°C×10時間	△	×
比較22	500°C×2時間	280°C×2時間	10時間	200°C×10時間	△	×
比較23	500°C×2時間	450°C×2時間	—	200°C×10時間	○	○

表中、下線を付したものは本発明の範囲外であることを示す。

【0030】 表1、2、3の結果から、この発明の所定組成の快削性アルミニウム合金は、従来のPb添加合金と同等の優れた切削性を有し、また強度も優れていることを確認できた。また、前記組成の合金を材料として、所定の押出条件および引抜条件で加工し、さらに所定条

件で熱処理することにより、確実に優れた切削性および強度をもった快削性アルミニウム合金材を製造しうることを確認できた。

【0031】

50 【発明の効果】 以上説明したように、この発明の各快削

性アルミニウム合金は、必須成分として Sn : 0. 5~1. 5wt%を含むものであり、Snがアルミニウムマトリックス中あるいは結晶粒界に微細に分散存在することにより優れた切削性が得られる。また、必須成分として Cu : 5. 1~6. 0wt%およびZn : 0. 1~1. 0wt%を含有することにより強度にも優れている。また、Pbのような有害重金属を含有しないため環境保護の観点からも優れている。

【0032】また、前記必須成分に加えて、Si : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 001~0. 2wt%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含む場合はさらに切削性が向上する。

【0033】また、前記必須成分に加えて、Mg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含む場合はさらに強度が向上する。

【0034】さらに、前記必須成分に加えて、Si : 0. 05~1. 0wt%、In : 0. 001~0. 2wt%

%、Bi : 0. 001~0. 2wt%のうちから少なくとも1種を含み、さらにMg : 0. 05~1. 0wt%、Mn : 0. 05~1. 0wt%のうちから少なくとも1種を含む場合はさらに切削性および強度が向上する。

【0035】この発明の快削性アルミニウム合金材の製造方法は、前述したいづれかの快削アルミニウム合金からなるビレットを200~545°Cで1時間以上保持して均質化処理を行い、このビレットを押出温度 : 300~500°C、押出製品速度 : 5m/min以上で押出し、さらにリダクション5%以上で引抜いた後に、300~545°Cで1時間以上保持して溶体化処理し、さらに室温で1時間以上保持して自然時効処理を行い、要すればさらに100~250°Cで1~30時間保持して人工時効処理することにより、添加元素を微細に分散させることができるとともに加工硬化および時効硬化により、切削性および強度に優れた快削性アルミニウム合金材となし得る。

フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

C 22 F 1/00

識別記号

691

F I

C 22 F 1/00

マーク(参考)

691 B

691 C